

PERSEPSI SISWA TERHADAP PENGGUNAAN MODUL PRAKTIKUM BIO BATERAI DALAM PEMBELAJARAN FISIKA SMA MATERI ENERGI TERBARUKAN

Ishak Pawarangan*, Widya Anjelia Tumewu, Vicky Julius Mawuntu, Igreya Mitchel Kumendong
Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumihan, Universitas Negeri Manado, Indonesia
email: ishakpawarangan@unima.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persepsi siswa terhadap penggunaan modul praktikum bio baterai berbasis ampas kopi dalam pembelajaran fisika pada materi energi terbarukan. Subjek penelitian adalah 12 siswa SMA Negeri 2 Tomohon. Instrumen penilaian berupa kuesioner terdiri dari 11 pertanyaan yang dikelompokkan menjadi tiga indikator utama: tampilan modul, penyajian materi, dan manfaat modul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indikator tampilan modul memperoleh penilaian sangat baik pada tiga pertanyaan (100%, 83,33%, dan 100%) dan baik pada satu pertanyaan (66,67%). Pada indikator penyajian materi, seluruh pertanyaan memperoleh penilaian sangat baik (83,33% hingga 100%). Indikator manfaat modul juga menunjukkan hasil sangat baik pada seluruh pertanyaan (100%). Meskipun demikian, terdapat beberapa respons netral, yaitu pada pertanyaan terkait desain dan ilustrasi modul (33,33% dan 16,67%) serta kejelasan materi (16,67%). Secara keseluruhan, modul ini berhasil mencapai tingkat persepsi sangat baik dengan mayoritas skor persentase berada di atas 76%. Temuan ini menunjukkan bahwa modul praktikum bio baterai memiliki potensi yang sangat baik sebagai media pembelajaran inovatif dalam mendukung pemahaman konsep energi terbarukan di tingkat SMA.

Kata kunci: bio baterai, energi terbarukan, modul praktikum, pembelajaran fisika, persepsi siswa

ABSTRACT

This study aims to examine students' perceptions of the use of a bio-battery practicum module utilizing coffee grounds in physics education on the topic of renewable energy. The research involved 12 students from SMA Negeri 2 Tomohon as participants. The evaluation instrument consisted of a questionnaire with 11 questions grouped into three primary indicators: module appearance, material presentation, and module benefits. The findings revealed that the module appearance indicator was rated as excellent on three questions (100%, 83.33%, and 100%) and good on one question (66.67%). The material presentation indicator received excellent ratings across all questions, ranging from 83.33% to 100%. Similarly, the module benefits indicator achieved excellent ratings for all questions (100%). Despite these positive results, a few neutral responses were observed on questions concerning the module's design and illustrations (33.33% and 16.67%) and material clarity (16.67%). Overall, the module demonstrated a high level of effectiveness, with the majority of scores exceeding 76%, placing it in the "excellent" category. These results underscore the significant potential of the bio-battery practicum module as an innovative educational tool to enhance students' understanding of renewable energy concepts at the high school level.

Keywords: bio battery, renewable energy, practical module, physics learning, student perception

1. PENDAHULUAN

Pendidikan fisika di tingkat sekolah menengah atas memiliki peranan penting dalam membentuk pemahaman siswa terhadap fenomena alam dan prinsip-prinsip dasar sains yang mendasari teknologi modern. Namun, salah satu tantangan yang sering dihadapi dalam pembelajaran fisika yakni dalam menghubungkan konsep-konsep abstrak dengan pengalaman langsung yang dapat dirasakan oleh siswa. Salah satu cara untuk mengatasi tantangan ini adalah dengan mengimplementasikan praktikum dalam proses pembelajaran. Hal lain yang penting dalam

pembelajaran fisika yaitu dalam membekali siswa dengan pengetahuan dasar tentang konsep-konsep alam semesta yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari (Pawarangan et al., 2023). Oleh karena hal itu, terdapat banyak materi fisika yang dapat dipraktikkan secara langsung oleh siswa untuk meningkatkan pemahaman siswa mengenai suatu materi (Yuliana, et al., 2017).

Praktikum dalam pendidikan fisika memiliki kontribusi dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan. Melalui praktikum, siswa dapat mengaplikasikan teori yang telah mereka

pelajari dalam situasi nyata, sehingga membantu mereka untuk memahami konsep-konsep yang kompleks dengan lebih mudah dan mendalam (Gunawan & Rosyidi, 2019).

Salah satu topik dalam pembelajaran fisika adalah energi terbarukan, yang merupakan salah satu solusi untuk tantangan lingkungan global. Dalam konteks isu global seperti perubahan iklim, pendidikan fisika memberikan siswa pemahaman tentang sumber energi dan dampak penggunaannya terhadap lingkungan. Menurut Karpudewan & Ismail (2012), pendidikan fisika dapat meningkatkan kesadaran siswa tentang isu-isu lingkungan dan pentingnya energi terbarukan.

Penggunaan modul praktikum dalam pembelajaran fisika dapat memperkaya pengalaman belajar siswa dan memfasilitasi siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak, seperti yang terdapat pada materi energi terbarukan (Gunawan & Rosyidi, 2019). Modul praktikum bio-baterai merupakan salah satu sarana yang sangat relevan dalam mengaitkan teori fisika dengan penerapan dunia nyata, khususnya dalam memahami proses konversi energi dan sistem penyimpanan energi yang ramah lingkungan secara langsung melalui eksperimen (Rachmawati, 2021). Modul praktikum ini dapat memperkenalkan konsep dasar tentang bagaimana mikroorganisme dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik, yang sejalan dengan topik energi terbarukan yang sedang berkembang (Sari, et al., 2022).

Modul praktikum bio-baterai yang menggunakan ampas kopi sebagai bahan utama dapat menjadi sarana inovatif dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi energi terbarukan. Ampas kopi, yang kaya akan senyawa organik, dapat digunakan sebagai sumber energi dalam bio-baterai, di mana mikroorganisme mengkonversi bahan organik menjadi energi listrik melalui proses biokonversi (Wahyuni & Hermawan, 2020). Penggunaan ampas kopi dalam bio-baterai tidak hanya memperkenalkan konsep konversi energi yang ramah lingkungan, tetapi juga mendorong siswa untuk memahami penerapan konsep-konsep fisika, seperti aliran listrik, dalam konteks yang lebih aplikatif dan berbasis pada sumber daya alam yang terbarukan (Setiawan, et al., 2021).

Penggunaan modul praktikum bio baterai berbahan ampas kopi dalam pembelajaran fisika SMA ini bertujuan untuk meningkatkan

pemahaman siswa tentang konsep-konsep fisika melalui eksperimen praktis yang melibatkan bahan yang mudah diakses, dan mampu memberikan kesadaran bagi siswa terhadap pentingnya menjaga lingkungan sekitar. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui persepsi siswa terhadap penggunaan modul praktikum bio baterai dalam pembelajaran fisika SMA pada materi energi terbarukan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2024 di SMA Negeri 2 Tomohon. Sampel penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XII yang mengambil peminatan IPA dan berjumlah 12 orang. Pengumpulan data dilakukan sesaat setelah siswa melakukan praktikum bio-baterai berbahan ampas kopi yang dilengkapi dengan modul praktikum. Teknis pelaksanaan praktikum dilakukan di laboratorium Fisika, SMAN 2 Tomohon dimana siswa dibagi dalam 3 kelompok.

Siswa secara mandiri melakukan praktikum dengan mengikuti modul yang telah diberikan. Persepsi siswa terhadap modul praktikum bio baterai ampas kopi dikumpulkan dengan metode survei menggunakan lembar angket berbasis google formular. Lembar angket persepsi yang diberikan berisi 11 pertanyaan dengan pilihan jawaban berdasarkan skala Likert yang terdiri atas 5 pilihan jawaban yakni skor 5 untuk Sangat Setuju (SS), skor 4 untuk Setuju (S), skor 3 untuk Netral (N), skor 2 untuk Tidak Setuju (TS) dan skor 1 untuk Sangat Tidak Setuju (STS) (S. N. Aisyah & Kurniawati, 2024; Ziad et al., 2021) dengan skor minimum 1 dan maksimal 5. Indikator penilaian didasarkan pada 3 aspek yakni tampilan modul, penyajian materi dalam modul, dan manfaat modul (terhadap minat, keterampilan praktikum sains, dan pemahaman konsep siswa) (N. Aisyah et al., 2024; Fidia Amalia & Enny Susiyawati, 2023). Selanjutnya, indikator penilaian dan butir soal dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Penilaian dan Butir Soal

No	Indikator Penilaian	Butir Soal
1	Tampilan modul	1, 2, 3, 4
2	Penyajian materi dalam modul,	5, 6, 7, 8,
3	Manfaat modul	9, 10, 11

Lebih lanjut, data hasil pengisian kuisioner akan dikonversi kedalam bentuk skor persentase (N. Aisyah et al., 2024) dan dilakukan analisis.

Interpretasi terhadap penilaian persepsi siswa dikategorikan pada 4 kategori (S. N. Aisyah & Kurniawati, 2024; Fortuna et al., 2022) seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Penilaian Persepsi Siswa

No	Persentase	Kategori
1	76% - 100%	Sangat baik
2	51% - 75%	Baik
3	26% - 50%	Tidak Baik
4	0% - 25 %	Sangat Tidak Baik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tampilan modul berupa modul praktikum bio baterai berbahan ampas kopi yang berhasil dikembangkan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1 dan siswa yang melaksanakan praktikum ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Kenampakan Sampul Modul



Gambar 2. Praktikum siswa di Laboratorium Fisika

Data hasil responden siswa SMA Negeri 2 Tomohon pada tiga indikator penilaian yang meliputi tampilan modul, penyajian materi dan manfaat modul menunjukkan respon yang

bervariasi. Tabel frekuensi hasil respon siswa pada masing-masing skala ditunjukkan pada Tabel 3. Selanjutnya, setiap indikator penilaian disajikan dalam tabel dan analisis berbeda secara berurutan.

Tabel 3. Respons Penilaian Persepsi Siswa terhadap Modul

No.	Pertanyaan	Responden (Siswa)				
		SS	S	N	TS	STS
1	Tampilan modul praktikum bio baterai menarik dan memotivasi untuk belajar.	4	8	0	0	0
2	Penggunaan warna dan desain pada modul membantu saya lebih fokus memahami isi materi.	0	8	4	0	0
3	Ilustrasi atau gambar dalam modul jelas dan relevan dengan isi materi.	2	8	2	0	0
4	Struktur tata letak modul mudah dipahami dan tidak membingungkan serta kejelasan teks.	2	10	0	0	0
5	Materi yang disajikan dalam modul praktikum bio baterai jelas dan mudah dipahami.	3	7	2	0	0
6	Langkah-langkah praktikum disusun secara sistematis dan mudah diikuti.	7	5	0	0	0
7	Bahasa yang digunakan	6	6	0	0	0

	dalam modul mudah dimengerti oleh siswa.					
8	Modul memberikan penjelasan yang cukup tentang hubungan bio baterai dengan energi terbarukan.	2	10	0	0	0
9	Modul ini membantu saya memahami konsep energi terbarukan dengan lebih baik.	3	9	0	0	0
10	Penggunaan modul ini meningkatkan minat saya untuk mempelajari materi energi terbarukan.	4	8	0	0	0
11	Modul ini mendukung saya dalam meningkatkan keterampilan praktikum sains.	3	9	0	0	0

Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan modul praktikum bio baterai dalam pembelajaran fisika SMA pada materi energi terbarukan mendapat tanggapan yang positif dari siswa pada semua indikator penilaian.

Tampilan Modul

Indikator tampilan modul dinilai melalui empat pertanyaan yang mencakup aspek daya tarik, desain, ilustrasi, dan tata letak modul. Pertanyaan 1: "Tampilan modul praktikum bio baterai menarik dan memotivasi untuk belajar." Sebanyak 33,33% siswa memilih SS dan 66,67% memilih S, menghasilkan total persentase 100% yang termasuk dalam kategori Sangat Baik. Pertanyaan 2: "Penggunaan warna dan desain pada modul membantu saya lebih fokus memahami isi materi." Tidak ada siswa yang memilih SS, tetapi 66,67% memilih S,

sehingga persentasenya adalah 66,67%, yang masuk kategori Baik. Dalam pertanyaan ini juga terdapat 4 siswa yang memberikan jawaban netral yang mengindikasikan bahwa tampilan modul tidak memiliki korelasi langsung dengan kemampuan pemahaman isi materi. Pertanyaan 3: "Ilustrasi atau gambar dalam modul jelas dan relevan dengan isi materi." Sebanyak 16,67% siswa memilih SS dan 66,67% memilih S, menghasilkan total persentase 83,34%, masuk kategori Sangat Baik. Pertanyaan 4: "Struktur tata letak modul mudah dipahami dan tidak membingungkan serta kejelasan teks." Sebanyak 16,67% siswa memilih SS dan 83,33% memilih S, menghasilkan total persentase 100%, masuk kategori Sangat Baik.

Secara keseluruhan, indikator tampilan modul menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan tiga dari empat pertanyaan berada dalam kategori "Sangat Baik" dan satu dalam kategori "Baik."

Penyajian Materi

Indikator penyajian materi mencakup aspek kejelasan materi, sistematika langkah-langkah praktikum, kemudahan bahasa, dan hubungan bio baterai dengan energi terbarukan. Pertanyaan 5: "Materi yang disajikan dalam modul praktikum bio baterai jelas dan mudah dipahami." Sebanyak 25% siswa memilih SS dan 58,33% memilih S, dengan total persentase 83,33%, masuk kategori Sangat Baik. Pertanyaan 6: "Langkah-langkah praktikum disusun secara sistematis dan mudah diikuti." Sebanyak 58,33% siswa memilih SS dan 41,67% memilih S, menghasilkan total persentase 100%, masuk kategori Sangat Baik. Pertanyaan 7: "Bahasa yang digunakan dalam modul mudah dimengerti oleh siswa." Sebanyak 50% siswa memilih SS dan 50% memilih S, menghasilkan total persentase 100%, masuk kategori Sangat Baik. Pertanyaan 8: "Modul memberikan penjelasan yang cukup tentang hubungan bio baterai dengan energi terbarukan." Sebanyak 16,67% siswa memilih SS dan 83,33% memilih S, menghasilkan total persentase 100%, masuk kategori Sangat Baik.

Semua pertanyaan pada indikator penyajian materi mendapat respons "Sangat Baik," menunjukkan bahwa modul ini berhasil menyampaikan materi secara jelas, sistematis, dan mudah dipahami.

Manfaat Modul

Indikator manfaat modul menilai sejauh mana modul membantu pemahaman konsep,

meningkatkan minat belajar, dan mendukung keterampilan praktikum. Pertanyaan 9: "Modul ini membantu saya memahami konsep energi terbarukan dengan lebih baik." Sebanyak 25% siswa memilih SS dan 75% memilih S, menghasilkan total persentase 100%, masuk kategori Sangat Baik. Pertanyaan 10: "Penggunaan modul ini meningkatkan minat saya untuk mempelajari materi energi terbarukan." Sebanyak 33,33% siswa memilih SS dan 66,67% memilih S, dengan total persentase 100%, masuk kategori Sangat Baik. Pertanyaan 11: "Modul ini mendukung saya dalam meningkatkan keterampilan praktikum sains." Sebanyak 25% siswa memilih SS dan 75% memilih S, menghasilkan total persentase 100%, masuk kategori Sangat Baik.

Semua pertanyaan dalam indikator manfaat modul juga mendapatkan respons "Sangat Baik," mengindikasikan bahwa modul ini berhasil mendukung pemahaman dan keterampilan siswa.

Fenomena adanya beberapa siswa yang memberikan respons netral (N) pada indikator tampilan modul (pertanyaan 2 dan 3) serta penyajian materi (pertanyaan 5) menunjukkan variasi dalam persepsi siswa terhadap elemen-elemen modul. Pada pertanyaan 2, yang menilai penggunaan warna dan desain modul, 4 siswa (33,33%) memberikan respons netral. Hal ini menunjukkan bahwa warna dan desain modul tidak sepenuhnya optimal dalam membantu seluruh siswa untuk fokus memahami materi. Beberapa siswa diduga memiliki preferensi visual yang berbeda atau kurang terlibat dengan elemen desain yang disediakan.

Indikator pertanyaan 3, terkait ilustrasi atau gambar dalam modul, 2 siswa (16,67%) memberikan respons netral. Hal ini menandakan bahwa ilustrasi dalam modul, meskipun relevan, tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap pemahaman siswa tertentu. Kemungkinan ilustrasi tidak cukup menarik perhatian atau kurang detail dalam mendukung konsep yang disampaikan.

Indikator pertanyaan 5, yang menilai kejelasan materi, 2 siswa (16,67%) juga memberikan respons netral. Hal ini mencerminkan bahwa meskipun materi sudah dianggap jelas oleh sebagian besar siswa, terdapat kebutuhan untuk penyajian yang lebih detail atau langkah-langkah tambahan yang mendukung siswa dengan pemahaman yang berbeda.

Respons netral ini menjadi indikator bahwa elemen visual dan penyajian materi modul perlu dievaluasi lebih lanjut agar dapat menjangkau seluruh gaya belajar siswa dengan lebih efektif. Penyesuaian tambahan dapat dilakukan untuk memastikan elemen desain, ilustrasi, dan penjelasan materi dapat memenuhi kebutuhan semua siswa secara maksimal.

Penggunaan modul ini juga terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar siswa dengan mengintegrasikan pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Modul ini relevan dengan isu global terkait penggunaan energi bersih, sehingga memberikan nilai tambah bagi pembelajaran. Namun, beberapa kendala seperti kebutuhan akan penjelasan teori tambahan dan keterbatasan bahan di daerah tertentu menjadi perhatian. Oleh karena itu, guru disarankan untuk memberikan pengantar teori yang lebih mendalam sebelum praktikum dan menyediakan alternatif bahan yang lebih mudah diakses.

4. KESIMPULAN

Modul Praktikum Bio Baterai telah berhasil dikembangkan dan telah dapat digunakan dalam Pembelajaran Fisika SMA pada Materi Energi Terbarukan. Berdasarkan hasil analisis terhadap tiga indikator utama, yaitu tampilan modul, penyajian materi, dan manfaat modul, mayoritas siswa memberikan penilaian dalam kategori "Sangat Baik." Indikator tampilan modul dinilai sangat baik oleh sebagian besar siswa, meskipun terdapat beberapa respons netral terkait elemen desain dan ilustrasi. Indikator penyajian materi secara umum berada dalam kategori sangat baik, menunjukkan bahwa modul ini efektif dalam menyampaikan konsep bio baterai secara sistematis dan mudah dipahami. Indikator manfaat modul juga memperoleh penilaian sangat baik, mencerminkan bahwa modul ini berhasil meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep energi terbarukan serta mendukung keterampilan praktikum. Secara keseluruhan, modul ini memiliki potensi yang baik untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika sebagai media inovatif yang mendukung pemahaman konsep energi terbarukan di tingkat sekolah menengah.

5. REFERENSI

Aisyah, N., Tsania, A., Kurniawati, N., Mulsani, A., Rahmawati, P., & Mahmudah, I. R. (2024). Persepsi Siswa SMA Terhadap Kegiatan Praktikum dalam Pembelajaran Fisika pada Materi Sifat

- Gelombang Mekanik. Frekuensi, 1, 2–7. <https://journal.publinesia.com/index.php/frekuensi/article/view/21%0Ahttps://journal.publinesia.com/index.php/frekuensi/article/download/21/9>
- Aisyah, S. N., & Kurniawati, Y. (2024). Persepsi Siswa Terhadap Modul Ajar Matematika Pada Kurikulum Merdeka. *FARABI: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 7(1), 42–48. <https://doi.org/10.47662/farabi.v7i1.719>
- Alam, M., et al. (2022). A novel approach to sustainable energy: bio batteries from coffee waste. *Renewable Energy*, 167, 74-81.
- Bertoni, M., & Fabiano, B. (2022). Renewable energy education: bridging science and technology for a sustainable future. *Energy Education Science and Technology*, 34(3), 557-570.
- Fidia Amalia, & Enny Susiyawati. (2023). Persepsi Siswa terhadap E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Ekologi. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(3), 638–643. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i3.1131>
- Fortuna, T. D., Risdianto, E., & Hamdani, D. (2022). Persepsi Guru Dan Siswa Terhadap Keterbacaan E-Modul Alat-Alat Optik Berbantuan Mind Mapping Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA Kota Bengkulu. *Amplitudo: Jurnal Ilmu Pembelajaran Fisika*, 1, 19–24. <https://ejournal.unib.ac.id/jipf/article/download/25368/11277>
- Gunawan, I., & Rosyidi, S. (2019). Pengaruh praktikum terhadap pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 15(1), 89-97.
- Imran, M., et al. (2021). Educational potential of bio batteries: using coffee waste for sustainable energy in high school labs. *Journal of Environmental Education*, 42(5), 492-505.
- Kara, O., et al. (2022). Renewable energy education and its influence on student engagement in science. *Environmental Education Research*, 28(4), 653-667.
- Karpudewan, M., & Ismail, Z. (2012). The role of physics education in environmental awareness. *Journal of Science Education and Technology*, 21(3), 345-353.
- Khan, S., et al. (2023). Bio battery from coffee waste: a green solution to energy generation. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 15(3), 213-226.
- Lee, J., et al. (2022). The effect of bio battery experiment modules on students' understanding of renewable energy. *International Journal of Science Education*, 44(7), 1015-1032.
- Li, J., et al. (2021). Integrating renewable energy education in secondary schools: pedagogical approaches and learning outcomes. *Journal of Environmental Education*, 52(4), 345-357.
- Liu, X., et al. (2023). Enhancing conceptual understanding of electrochemistry through bio battery practical modules. *Journal of Educational Research*, 116(2), 141-153.
- Pawarangan, I., & Jefriyanto, W. (n.d.). Identifikasi Sifat Kelistrikan Bio-baterai Berbahan Dasar Ampas Kopi Identification of Electrical Properties of Bio-battery based on Spent Coffee Grounds. 92–96.
- Pawarangan, I., Nusa, J. G. N., Mawuntu, V. J., Saka, B. G., & Jefriyanto, W. (2023). Identifikasi Prinsip Fisika Pada Rumah Adat Minahasa di Woloan Untuk Pembelajaran Fisika. *SCIENING : Science Learning Journal*, 4(2), 107–113. <https://doi.org/10.53682/sl.v4i2.7955>
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in Education: Theory, Research, and Applications* (2nd ed.). Pearson.
- Rachmawati, D. (2021). Praktikum dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 12(3), 215-222.
- Ren, X., et al. (2022). The role of renewable energy in mitigating climate change: challenges and opportunities. *Environmental Science & Technology*, 56(4), 2136-2148.
- Sari, R. D., Widodo, W., & Santoso, D. (2022). Pengaruh penggunaan alat peraga praktikum terhadap hasil belajar fisika

- siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(2), 129-137.
- Setiawan, A., Nugroho, R. P., & Iskandar, M. (2021). Pengembangan modul praktikum bio-baterai dengan ampas kopi pada pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 10(2), 150-157.
- Shao, J., et al. (2021). Electrochemical performance of bio batteries using coffee grounds as electrodes. *Journal of Electrochemical Energy*, 47(2), 220-229.
- Wahyuni, E. F., & Hermawan, D. (2020). Pemanfaatan ampas kopi dalam bio-baterai sebagai sumber energi terbarukan. *Jurnal Teknologi Energi Terbarukan*, 8(1), 40-45.
- Winberg, T., et al. (2022). Student perceptions of learning environment and its relation to motivation in the stem classroom. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 1-12.
- Yuliana, Siska, AR, M. Wahyuni, A. (2017). Persepsi siswa terhadap pelaksanaan praktikum fisika di laboratorium SMA N se kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika Unsyiah*, 2(3), 303-306.
- Zhang, Y., et al. (2023). Exploring the effects of renewable energy curriculum on high school students' conceptual understanding and environmental awareness. *Journal of Educational Research*, 116(2), 142-154.
- Zhou, S., et al. (2022). The impact of hands-on experiments on students' conceptual understanding in physics. *Journal of Educational Research*, 115(1), 56-68.
- Ziad, W. K., Nor'Azam, M. F. A. M., Kaco, H., Idris, F. M., Zulkefly, N. R., Mohd, S. M., & Jan, N. H. M. (2021). An Evaluation of Student's Perception Towards Learning Physics at Lower Secondary School. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11, 94–106.
<https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.s.p.9.2021>